Aus dem pharmakologischen Institut zu Bonn.

Zur Experimentalkritik der Wanscher'schen Narkosenmaske.

Dissertation

bei der

Meldung zum Doktorexamen

der medicinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrichs-Wilhelms-Universität

zu BONN

vorgelegt

im Juli 1894

von

Josef Stöck

aus Trier.

BONN 1894.

Buchdruckerei Joseph Bach Wwe.

Seinem teuren Vater

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547419_0237

Motto: Primum est medici non nocere.“

Für den, der wie Verfasser schon mehrmals in der Lage war, narkotisiert zu werden, ist das Verfahren, mittelst dessen der Chirurg ihn des Bewusstseins berauben will, um der bekannten Devise seiner Kunst: „tuto, cito et iucunde“ zu genügen, nicht blos von rein wissenschaftlichem, sondern von allerpersönlichstem Interesse. Da die gegenwärtige Strömung in der Chirurgie darauf ausgeht, an Stelle des als ein nicht unbedenkliches Herzgift beargwöhnten Chloroforms mindergefährliche Betäubungsmittel, so besonders Bromäthyl und Aether anzuwenden, interessirte es mich, die praktisch ausgeübten Methoden, nach denen die leichter flüchtigen Betäubungsmittel am Operationstische Anwendung finden, mit den Hilfsmitteln der modernen Pharmakologie eingehender zu studieren und ein Zahlenmaterial zu gewinnen, auf Grundlage dessen sich jeder ein objektives Urteil über die Güte oder auch etwaige Gefährlichkeit der benutzten Betäubungsverfahren bilden kann. Die Versuche wurden zum grössern Teil im hiesigen pharmakologischen Institut, zum geringern in der chirurgischen Klinik und Poliklinik gemacht und bilden die Fortsetzung der vom Privat-Docenten und Assistenten am pharmakologischen Institut Herrn Dr. Dreser veröffentlichten Untersuchungen, die derselbe noch in Tübingen mit der Julliard'schen Maske anstellte.

In erster Linie galten die im Folgenden mitzuteilenden Untersuchungen der Wanscher'schen Maske, welche neuerdings auch für Aethernarkose besonders warm empfohlen wurde.[1]) Einige weitere Versuche beziehen sich auch auf das etwas veränderte Verfahren mit der Julliard'schen Maske, nämlich der Umhüllung derselben mit einem nassen Handtuche. Bei beiden Arten von Masken ist im Grunde das Prinzip, nach welchem die erforderliche Concentration der anästhesierenden Dämpfe des Aethers und Bromäthyls hervorgebracht wird, das gleiche. Die einfache bei der Chloroformnarkose ausreichende Esmarch'sche Maske genügt bei diesen leichter flüchtigen Anästhetiticis nicht mehr. Denn die warme Ausatmungsluft würde den Aether oder das Bromäthyl intensiver zur Verdampfung bringen und unnütz im Operationsraum verbreiten, während die eingeatmete kältere Luft sich weniger mit den Dämpfen des Narkotikums sättigen könnte. Um dieser Vergeudung des Betäubungsmittels möglichst vorzubeugen, sehen wir, dass sowohl die Wanscher'sche wie Julliard'sche Maske in ihrer Construction offenbar instinktiv das Prinzip verfolgen, vor den Respirationsöffnungen des Patienten eine nicht zu kleine Vorkammer zu schaffen, in deren Binnenraum die warme Exspirationsluft sich bei der Julliard'schen Maske wenigstens teilweise, bei der Wanscher'schen offenbar ganz, bis zur nächsten Inspiration aufhalten soll, um während der Respirationspause ihren Wärmevorrat für eine beschleunigtere Verdampfung des Betäubungsmittels abzugeben. Der unnötigen Verbreitung der Dämpfe ausserhalb des Maskenraums wird bei der Julliard'schen Maske durch einen undurchlässigen Stoffüberzug (Wachstaffet)

[1]) Grossmann, Deutsche medicinische Wochenschrift 1894 Nr. 3 und 4.

vorzubeugen gesucht, was bei der Wanscher'schen noch sicherer durch den vollständig luftdichten Gummibeutel erreicht wird. Bei der nächsten Inspiration gelangen daher die Dämpfe des Anästheticums in genügender und vielleicht noch mehr als genügender Concentration in die Lunge des Patienten. Dem unbeteiligten Zuschauer bei Anwendung dieser Betäubungsverfahren drängt sich unwillkürlich die Frage auf:

Bedingt das hierbei notwendige längere Verweilen der Ausatmungsluft unter der Maske und ihre unmittelbare Wiedereinatmung eine derartige Luftverschlechterung vor Nase und Mund des Kranken, dass dieses Narkoseverfahren als bedenklich angesehen werden muss?

Abstrahiert man von den einander widersprechenden Angaben der „klinischen Erfahrung", so bleibt nur übrig, die Zusammensetzung der geatmeten Luft mit thunlichster Genauigkeit festzustellen und nach physiologischen Gesichtspunkten zu beurteilen.

Bevor ich die Resultate der Versuche mitteile, erscheint es mir nötig, die Versuchsmethoden zum bessern Verständnis etwas näher zu erörtern.

A. Methodisches.

1) Die Entnahme der Gasprobe geschah mit einer gegliederten Glasrohrleitung, um bei Bewegungen des Patienten ein Brechen derselben zu vermeiden. Das Endstück der Leitung, welches in die Maskenluft tauchte, war knieförmig gebogen und wurde vor dem Absaugen zwischen Nasenwinkel und Gummirand der Maske eingelegt.

2) Zur Analyse des abgesaugten Gases wurde der

von Hempel für technische Gasanalysen angegebene Apparat benutzt.[1])

Bei solchen Analysen, bei denen es sich um Bestimmung von Aetherdämpfen handelt, empfiehlt es sich als Sperrflüssigkeit nicht Wasser, sondern concentrierte Kochsalzlösung zu nehmen, denn die Löslichkeit der Aetherdämpfe in reinem Wasser ist nicht unbeträchtlich; man könnte daher zumal bei nicht schnellem Arbeiten einen zu kleinen Werth an Aetherdampf bekommen, während die Prozentzahlen der übrigen Gase verhältnismässig etwas grösser erscheinen müssen. Dass man aber bei Anwendung von concentrierter Kochsalzlösung auch Aetherdämpfe mit genügender Genauigkeit in die Hempel'sche Gasbürette überführen, darin abmessen und bestimmen kann, zeigen folgende mir von Herrn Dr. Dreser überlassenen Versuche. In der Hempel'schen Gasbürette werden zunächst 50 ccm reiner Luft mit concentrierter Kochsalzlösung als Sperrflüssigkeit abgemessen; durch die aufgesetzte ebenfalls mit Kochsalzlösung gefüllte Kapillare werden diese 50 ccm. Luft in ein Kugelrohr übergetrieben, worin sich mit flüssigem Aether gesättigte concentrierte Kochsalzlösung befindet. Durch Schütteln der übergetriebenen 50 ccm Luft werden sie in diesem Kugelrohr mit Aetherdampf mehr oder weniger vollständig gesättigt. Um nun zu bestimmen, wie gross bei dem Zurückführen der nunmehr ätherhaltigen Luft in die Bürette der Verlust an Aetherdampf betragen kann, wurde, nachdem die Luft in dem Kugelrohr mit Aetherdampf gesättigt war, in das untere Ende des in einem Kochsalzbade befindlichen Kugelrohrs

[1]) Vergl. Walther Hempel, Gasanalytische Methoden. 2. Aufl. 189 . S. 21—44.

ein einfach durchbohrter Gummistopfen gesteckt; in seiner Bohrung befand sich eine Glasröhre, die mittels eines Gummischlauches mit einer 100 ccm fassenden Messpipette, welche ebenfalls mit concentrierter Kochsalzlösung gefüllt war, in Verbindung gesetzt wurde. Vor dem Zurücksaugen des Gases in die Hempel'sche Messbürette wurde die obere Marke der 100 ccm-Pipette mit dem Spiegel der Kochsalzlösung im Kugelrohr in gleiches Niveau gebracht und die Kochsalzlösung in der Messpipette bis zu dieser Marke aufgefüllt. Zuvor war das Gewicht von 100 ccm dieser Kochsalzlösung bestimmt worden.

Nachdem die ätherdampfhaltige Luft in die Messbürette zurückgesaugt war, wurde nach einer Ablaufszeit von 2 Minuten das Volumen des Gemisches (50 ccm Luft + Aetherdampf) gemessen. Das in dem Kugelrohr enthalten gewesene Gasvolumen wurde in der Weise bestimmt, dass die in der 100 ccm-Pipette nach dem Zurücksaugen des Gases übriggebliebene Menge der Kochsalzlösung gewogen wurde. Diese Gewichtszahl wurde nun von der für 100 ccm Kochsalzlösung ermittelten abgezogen und diese Gewichtsdifferenz als Volum in ccm berechnet. Aus der Differenz dieses so berechneten und dem in der Hempel'schen Gasbürette abgelesenen Gasvolum ergiebt sich die Genauigkeit, mit welcher man ätherdampfhaltige Luft in die Hempel'sche Bürette überführen und messen kann.

I. Versuch: 100 ccm concentrierter Kochsalzlösung wogen 120,45 gr; nach dem Zurücksaugen der mit Aetherdampf gesättigten Luft zeigte sich das Gasvolum von 50 ccm auf 64,0 ccm vergrössert. In der 100 ccm-Pipette war noch übrig 43,05 gr Kochsalzlösung, also

Differenz 77,4. Folglich ist das Volum dieser 77,4 gr Kochsalzlösung gleich:

120,45 : 100 = 77,4 : x oder

x = 64,25 ccm.

Ausser diesem ersten Versuche, bei welchem vielleicht kleine Fehler unterlaufen sind, ergaben weitere Versuche:

II. Versuch:	80,2	abgelesen,	80,02	berechnet.
III. Versuch:	69,7	„	69,85	„
IV. Versuch:	86,8	„	86,97	„
V. Versuch:	62,4	„	62,35	„
VI. Versuch:	67,8	„	68,02	„

Man ersieht daraus, dass eine Genauigkeit auf ungefähr 0,2 ccm bei Ueberführung ätherdampfhaltiger Luftgemenge über concentrierte Kochsalzlösung erzielt wird.

Eine besondere Besprechung verdient noch die Absorption der Dämpfe, welche leicht von Alkohol aufgenommen werden, wie Hempel 1891 für die im Leuchtgas enthaltenen Dämpfe nachgewiesen hat.[1])

Die Absorption der Dämpfe des Aethers und Bromäthyls wurde in der mit absolutem Alkohol beschickten „Aethylenpipette“ Hempel's[2]) vorgenommen mit der Vorsicht, den Alkohol ebensowenig wie die Schwefelsäure an die Gummiverbindung der Kapillare gelangen zu lassen. Dass der Alkohol das zu analysierende Gas etwas ausdehnt, erkennt man leicht, wenn man zur Probe 100 ccm reine Luft in die Alkoholpipette übertreibt; bei dem Zurücksaugen findet man regelmässig

[1]) Walther Hempel und L. M. Dennis. Ueber die volumetrische Bestimmung der dampfförmigen Kohlenwasserstoffe. Be icht der deutschen chem. Gesellschaft zu Berlin 1891. 1162.

[2]) Gasanalyt. Methoden S. 182.

etwas über 100 ccm (100,4 vielleicht), man verschliesst das Messrohr und befeuchtet durch Neigen die Wände mit dem Sperrwasser (bei Aether, wie wir vorher sagten, dient als solches concentrierte Kochsalzlösung). Die geringe in dem Gas vorhandene Menge Alkoholdampf wird vom Wasser völlig absorbiert, und nach dem Ablaufen (2 Minuten) kann man wieder die ursprüngliche Zahl, 100 ccm, ablesen. Dass die Bestimmung der Aether- und Bromäthyldämpfe mittelst Alkohol in ausreichender Genauigkeit geschieht, zeigen folgende methodische Versuche, bei welchen eine genau abgemessene Luftmenge, 50 ccm, mit ätthergesättigtem Wasser in einem geeigneten kugelförmigen Gefäss geschüttelt wurde: das dabei von der Luft aufgenommene Quantum Aetherdämpfe wurde nach dem Zurücksaugen in Hempel's Messrohr gemessen, dann wurde mehrmals die äther- und bromäthylhaltige Luft in die Alkoholpipette übergeführt und darin geschüttelt, bis nach dem Zurücksaugen sich keine Abnahme des Volumens mehr zeigte; die Beseitigung der Alkoholdämpfe geschah durch Benetzen der Innenwand des Messrohrs mit dem Sperrwasser.

Zum Belege teile ich folgende mit Aether- und Bromäthyldampf ausgeführte Analysen mit:

Versuche mit Aetherdampf.

Nr	Luft ccm	Luft und Aetherdampf ccm	Luft wieder von Aetherdampf befreit ccm
I	50,0	59,8	50,2
II	50	56,8	50,1
III	50	65,4	50,2
IV	50	60,2	50,0
V	50	63,8	50,2
VI	50	62,2	50,2

Versuch mit Bromäthyldampf.

Nr.	Luft ccm	Luft und Bromäthyldampf ccm	Luft wieder von Bromäthyldampf befreit ccm
I.	50,0	59,2	50,0
II.	50	56,6	50,2
III.	50	58,6	50,1
IV.	50	56,0	50,2
V.	50	56,6	50,0
VI.	50	64,3	50,3

B. Beobachtungen über Bromäthylnarkosen mit Hilfe der Wanscher'schen Maske bei Operationen.

Die folgenden 24 Versuche wurden in der hiesigen chirurgischen Poliklinik angestellt. Es wurde dabei ein Modell benutzt, welches in der Gegend des metallenen mit aufblähbarem Gummirand versehenen Mundstücks einen Schwamm trägt, auf welchen das Bromäthyl aufgegossen wird. Die Dauer bis zum Eintritt der Narkose betrug ungefähr eine Minute; es wurde alsdann rasch eine Gasprobe durch Absaugen mittelst einer gegliederten Gasrohrleitung entnommen, die zuvor zwischen Nasenwinkel und Gummirand der Maske eingebracht worden war. Da sich manche Patienten zuerst stark sträubten, war der Abschluss durch die Maske sicher öfters nicht vollständig luftdicht, welcher Umstand jedenfalls teilweise die ziemlich grosse Ungleichmässigkeit in der Zusammensetzung der Luft bedingt, wie sie in den nachstehenden Analysen der abgesaugten Gasproben sich zeigt.

Nr	Br C_2H_5 vol. %	CO_2 %	O_2 %	Bemerkungen
1	8,0	2,2	12,4	nach 1—1½ Min. abgesaugt
2	8,2	3,0	10,6	„ 1—1½ „ „
3	4,2	12,0	7,1	„ 3—4 „ „

Nr.	$Br C_2 H_5$ vol. %	CO_2 %	O_2 %	Bemerkungen
4	6,8	2,2	14,6	nach 1—1½ Min. abgesaugt
5	4,0	2,2	16,2	„ 30—40 Sec. „
6	6,2	3,3	13,0	
7	5,4	2,4	14,7	
8	2,4	1,6	18,4	„ 20 „ „
9	5,0	2,2	14,6	
10	6,8	2,2	13,0	„ 55 Sec.—1 Min. „
11	7,7	2,9	13,2	
12	4,0	2,2	16,4	„ 30—40 Sec.
13	12,0	2,6	11,6	„ 30—40 „ sträubts.sehr
14	4,0	3,2	13,4	„ 2 Min.
15	7,2	3,8	10,6	„ 1 „
16	9,6	2,9	11,8	„ 1½—2 Min.
17	10,6	2,6	12,6	„ 35—45 Sec.
18	12,8	2,8	7,4	„ 35—45 „ sträubt s. heft.
19	7,2	2,8	12,8	„ 50—55 „
20	7,8	2,2	12,8	„ 55 „
21	2,4	2,6	16,4	„ 1 Min.—1 Min.10 Sec. „
22	13,8	1,8	12,8	„ 80 Sec.
23	10,0	2,8	10,4	
24	14,6	1,9	13,1	„ 1 Min.

Die also beobachteten Grenzwerte betrugen für Bromäthyl 2,4—14,6 %, für Kohlensäure mit einer Ausnahme zwischen 2 und 3 %. Sehr bedeutende Schwankungen dagegen wies der Sauerstoff auf zwischen 7,1 und 18,4 %, wenn auch die bei weitem häufigsten Werte 12 % und 14 % nicht überschreiten.

Dieses bei Operationen gewonnene und durch die verschiedensten Umstände beeinflusste Material über die vorkommenden Grenzwerte und die häufigsten Mittelwerte, wurde erweitert durch methodische Atmungsver-

suche mit der Wanscher'schen Maske am Gesunden ohne Narkotikum, wobei der Vergleich zwischen dem subjektiven Befinden unter der Maske im bewussten Zustande und den objektiven durch die Gasanalyse ermittelten Zahlen sehr erwünscht kam.

C. Versuche am Gesunden ohne Narkotikum.

Am ruhig Sitzenden wurden nach $^1/_2$, 1 und 2 Minuten langem Atmen unter der Wanscher'schen Maske Gasproben abgesaugt. Benutzt wurde dabei das ältere Grossmann'sche Modell.[1]) Dasselbe ist mit einem Metallmundstück versehen, dessen Gummirand aufblähbar ist; es wird hierdurch ein besseres Anschmiegen der Maske an die Gesichtsformen und dadurch ein beinahe vollständiger Abschluss von der Aussenluft erreicht. Das neueste Grossmann'sche Modell[2]) hat den unbeabsichtigten Vorteil, dass es weniger gut schliesst.

Die folgende Tabelle enthält die gefundene Zusammensetzung der abgesaugten Gasproben:

Nr.	Nach $^1/_2$ Minute abgesaugt:	
1	CO_2 = 5,8 %	O_2 = 13,6
2	5,6	13,8
3	6,2	13,5
4	6,0	13,9
5	5,4	14,2
6	5,6	14,0
7	5,3	13,9
8	5,5	14,4
9	5,8	14,0
10	4,8	15,4

[1]) Abbildung siehe Deutsche medicinische Wochenschrift Nr. 4. S. 81. 1894.

[2]) Abbildg. s. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 21. S. 470. 1894.

Nr.	Nach ½ Minute abgesaugt:	
11	5,4	14,4
12	5,6	14,6
13	5,0	15,4
14	6,2	13,6
15	6,6	12,3
16	7,6	11,8
17	6,0	14,2
18	6,3	12,9

Nr.	Nach 1 Minute abgesaugt		Nr.	Nach 2 Minuten abgesaugt	
1	CO_2 = 7,2	O_2 = 9,7	1	CO_2 = 6,2	O_2 = 9,6
2	6,4	10,6	2	7,2	6,4
3	6,2	11,2	3	7,6	6,0
4	6,9	10,1	4	7,8	5,0
5	7,0	9,8	5	7,0	8,0
6	7,0	9,8	6	6,0	10,8
7	6,5	12,5	7	7,8	8,8
8	5,6	13,6	8	7,8	9,4
9	6,2	12,6	9	7,7	7,1
10	6,2	12,8	10	8,8	5,8
11	6,8	11,2	11	8,0	6,6
12	6,6	12,2	12	8,2	6,4
13	6,6	11,6	13	6,4	10,4
14	6,8	10,6	14	6,8	10,6
15	6,2	12,6	15	7,0	8,8
16	6,6	11,8	16	8,2	6,0
17	7,6	9,8	17	7,8	7,4
18	7,4	10,6	18	7,0	9,5

Wenn auch in den vorstehenden Versuchen solch erhebliche Verschiedenheiten wie bei den Bromäthylnarkosen nicht mehr vorkamen, so waren bei derselben Person und derselben Versuchszeit die Unterschiede doch

grösser als man hätte erwarten sollen, wofür bei genauerer Beobachtung sich als Ursache ergab, dass die Falten, welche der Gummibeutel der Wanscher'schen Maske bildete, in einem Falle etwas tiefer als im andern in den Binnenraum der Maske hineinragten und dementsprechend den Luftvorrat verkleinerten oder vergrösserten.

D. Atmungsversuche bei gleichzeitiger Muskelanstrengung.

Um möglichst genau die Verhältnisse bei der Narkose nachzuahmen, bei der es häufiger vorkommt, dass die Patienten sich heftig sträuben, und durch diese Muskelanstrengung eine grössere Kohlensäureproduktion und Ausscheidung und schnellerer Verbrauch des Sauerstoffvorrates statt hat, machte Verfasser eine Reihe von Atmungsversuchen in der Weise, dass er während des Atmens unter der Maske Hanteln von 12 kg Gewicht pro $^1/_2$ Minute 8—9 mal, pro 1 Minute 16—18 mal hob, und zwar betrug die durchlaufene Hubhöhe 1,25 m, sodass bei jedem einzelnen Hub eine äussere Arbeit von 12 mal 1,25 = 15 Kilogrammmeter geleistet wurde, also in $^1/_2$ Minute 120—135 und in einer Minute 240—270 Kilogrammmeter. Da bekanntlich die kürzeste Blutkreislaufdauer 23 Secunden beträgt, so wäre bei den Versuchen zu $^1/_2$ Minute wenigstens die vermehrte Kohlensäureausscheidung noch kaum sichtbar gewesen. Zu diesem Zwecke machte ich einige Hantelübungen vor Beginn des Versuches, und der Unterlassung dieser Vorbereitung verdanken die beiden letzten Versuche die verhältnismässig kleineren Kohlensäure- und grösseren Sauerstoff-Werte.

Das Resultat dieser Versuche umfasst folgende Tabelle:

In der Ruhe ohne Hanteln.

Nach ½ Minute		Nach 1 Minute.	
$CO_2 = 4{,}4\%$	$O_2 = 16{,}0\%$	$CO_2 = 5{,}8\%$	$O_2 = 13{,}4\%$
5,9	14,4	5,6	13,2
6,2	13,8	6,9	11,9
Bei 120—135 kgm Arb.		Bei 240—270 kgm Arb.	
Nach ½ Minute		Nach 1 Minute	
$CO_2 = 8{,}2\%$	$O_2 = 10{,}6\%$	$CO_2 = 8{,}0\%$	$O_2 = 9{,}4\%$
7,9	9,7	8,9	11,0
7,2	11,4	7,0	10,4
6,2	12,5	6,6	11,4
6,8	11,0	7,4	10,0
5,4	13,8	8,2	7,6
		5,8	13,4

E. Discussion der Versuche ohne Narkoticum.

Aus allen diesen methodischen Versuchen ergibt sich zunächst, dass schon sehr rasch beim Atmen unter der Wanscher'schen Maske eine recht erhebliche Verarmung der geatmeten Luft an Sauerstoff eintritt; sie war bereits nach einer halben Minute so stark, dass eine brennende Kerze darin sofort erlischt. Diese Analysen der Luft eines Raumes, in welchen ein Licht erloschen war, ergaben neben einem CO_2-Gehalt von 3,6— 4,6 % noch einen O_2-Gehalt von 16,3—15,4%. Vier derartige Versuche ergaben folgende Zahlen:

I. Luft oben abgesaugt $CO_2 = 4{,}0\%$
$O_2 = 16{,}2\%$

II. Luft unten abgesaugt $CO_2 = 4{,}0\%$
$O_2 = 16{,}2\%$

III. Luft unten abgesaugt $CO_2 = 3{,}6\%$
$O_2 = 16{,}3\%$

IV. Luft oben abgesaugt $CO_2 = 4{,}6\%$
$O_2 = 15{,}4\%$

In guter Uebereinstimmung mit diesen Resultaten sind Versuche von Cl. Bernard[1]), auf die ich erst später bei der Lectüre stiess. In der 14. Vorlesung über die Wirkung der Gifte und Arzneikörper teilt er mit: „Analysiert man die Luft einer Glasglocke, unter der ein Licht nicht brennen kann und soeben erloschen ist, so findet man, dass sie noch 15,4 % Sauerstoff und 2,3 % Kohlensäure enthält, während der Rest des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff der Kerze Wasser gebildet hat. Wir bringen in diese Luft, in der die Kerze erlosch, einen Stieglitz, der noch lange Zeit ganz gut darin leben kann. Es würde ebenso umgekehrt leicht sein eine Luft zusammen zusetzen, in der eine Kerze recht wohl brennen könnte, in welcher dagegen ein Tier alsbald zu Grunde gehen würde. Wir haben gesehen, dass ein Vogel beim Einbringen in ein Gasgemenge von gleichen Teilen Sauerstoff und Kohlensäure sofort zu Grunde ging, während eine Kerze darin viel besser brennt, wie in gewöhnlicher Luft. In dem einen Falle erlischt die Kerze aus Mangel an Sauerstoff, im andern stirbt das Tier an Kohlensäureüberladung.“ Die Prüfung mit dem Erlöschen eines brennenden Lichtes ist darnach allerdings ein etwas zu scharfes Reagenz; indess zeigen die am Gesunden ausgeführten Versuche und Analysen, dass nur in wenigen günstigen Fällen die Luft in der Maske noch 15,4 % Sauerstoff enthielt, was zwar subjektiv noch keine besondere Belästigung verursachte; immerhin überrascht es jeden, zu sehen, dass bereits nach einer halben Minute langem Atmen die aus der Wanscher'schen Maske in einen vorher mit Wasser gefüllten Glascylinder

[1]) Cl. Bernard, Leçons sur les effets des substances toxiques et medicamenteuses. Paris 1857. S. 220.

übergesaugte Luft nicht mehr im Stande war, das Brennen einer in den Cylinder eingetauchten Kerze zu unterhalten.

Aber die Sauerstoffverarmung unter der Wanscher'schen Maske nimmt sehr schnell zu, sodass nach einer Minute langem Atmen unter derselben der Partiardruck des Sauerstoffs auf ungefähr die Hälfte des normalen Atmosphärendruckes gesunken war, was nach P. Bert's bekannten Untersuchungen bereits die Grenze ist, wobei üble Allgemeinerscheinungen sich zu zeigen anfangen. Nach 2 Minuten langem Atmen fanden sich mehrmals nur noch 5—6% Sauerstoff, was sehr unangenehme Beklemmungszustände mit Herzklopfen und starker Dyspnoe hervorrief, sodass man froh war, als die Versuchszeit von 2 Minuten um war. Die Vergleichung mit den CO_2- und O_2-Zahlen anderer Versuche ergab, dass nicht etwa der hohe CO_2-Gehalt, sondern nur der Sauerstoffmangel die cyanotische Verfärbung des Gesichts, das Schwindelgefühl und die Atemnot bedingte. Noch weit unangenehmer und stärker waren diese Beklemmungszustände bei den Versuchen mit Muskelanstrengung, sodass ein halbbewusstloser Patient, der sich durch heftiges Sträuben aus seiner bedenklichen Lage befreien will, dieselbe nur dadurch noch verschlimmert.

Sehr interessante Versuche Cl. Bernard's[1]) zeigen allerdings, dass bis zu einem gewissen Grade bei ganz allmähliger Verschlechterung der Luft Gewöhnung des Individuums eintritt. Die Versuche bestanden darin, dass er drei Vögel unter eine Glasglocke setzte, von denen der eine ganz gesund war, der andere schon eine Zeitlang schlechte Atmungsluft gehabt hatte und der dritte schon ganz geschwächt war. Es zeigte sich nun, dass der erste vor den andern und der völlig ge-

[1]) Cl. Bernard S. 122 ff.

schwächte erst ungefähr $^1/_2$ Stunde später als Letzter starb. Es heisst dann: „Was kann diese Erscheinung erklären? Ich habe schon angedeutet, dass sie in dem Bestreben des Organismus liegt, sich den Bedingungen, in welche er gesetzt ist, anzupassen. Der Hauptumstand ist in diesem Falle die Verarmung der Luft an demjenigen Bestandteil, der zum Leben nötig ist. Das entsprechende Verhalten des Organismus besteht nun in einer Herabdrückung aller Funktionen, wodurch sich der Vogel einem Kaltblüter nähert. Die Atmung wird schwächer, das Tier kühlt sich ab, der Kreislauf verlangsamt sich, die Sekretionen sind weniger reichlich; ein Tier, welches so lebt, verbraucht weniger Sauerstoff. Diese Art von Acclimatisation geschieht unter Umständen mehr oder weniger schnell, und das Experiment lehrt, dass sie um so günstiger für die Lebensdauer des Tieres sich gestaltet, je mehr Zeit demselben gegönnt wurde zur thunlichsten Einschränkung seiner Lebensfunktionen.“ Dass das Gleiche auch für den Menschen Geltung hat, stützt Cl. Bernard durch Angaben von Herrn de Sénarmond, dass Bergwerksarbeiter, die in den Stollen, wo andere noch arbeiteten, niederstürzten, offenbar weil sie an diese Luft noch nicht gewöhnt waren. Für einen bereits längere Zeit narkotisierten Patienten, bei dem in Folge der Narkose eine ähnliche Einschränkung der Lebensfunktionen eingetreten ist, wird eine weniger sauerstoffhaltige Luft nach den vorstehenden Cl. Bernard'schen Experimenten und nach den Beobachtungen Sénarmont's am Menschen jedenfalls in diesem Stadium viel weniger gefährlich wirken, als bei Einleitung der Narkose.

Nach eingehenden Untersuchungen von Friedländer und Herter erzeugte eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes auf 12,7% bereits etwas Dyspnoe und

eine beginnende Reizung der vasomotorischen Centra, die sich zunächst in einer noch unerheblichen Steigerung des arteriellen Blutdrucks kundgab, bei Atmung eines Luftgemisches mit nur 5,1% O_2 aber 43 mm Quecksilber über den normalen Werth betrug. Die Atmung einer Luft mit nur 7,5% Sauerstoff rief in diesen Tierversuchen ausgesprochene Dyspnoe hervor.

Wie man sieht, bildet die Benutzung der Wanscher'schen Maske eine unwillkommene Möglichkeit, diese schon lange aus Tierversuchen bekannten Zustände des Sauerstoffmangels binnen weniger Minuten (1—2) am Menschen zu reproduciren. Man hätte mindestens bei der vielfachen Empfehlung der Wanscher'schen Maske eine Angabe erwarten dürfen, wie oft dieselbe frisch gelüftet werden müsse, zumal jeder leicht an sich einen Versuch anstellen kann unter Anwendung des Lichtes als Reagenz auf den Sauerstoffmangel. Jeder Arbeiter benützt dieses Verfahren, um sich zu überzeugen, ob er in dem Brunnenschacht, in den er hinabsteigen will, atmen kann oder nicht. Dieselbe Vorschrift gilt auch bei dem Betrieb von Bergwerken, wo der „Feuersteiger" vorher die Strecke befahren muss, um deren Gefahrlosigkeit festzustellen.

F. Versuche über den Aetherdampfgehalt in der Wanscher'schen Maske.

Ebensowenig wie über den Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt finden sich Angaben über den Aetherdampfgehalt, wie er in der Wanscher'schen Maske vorkommen kann. Besonders wichtig für die Lungen der Patienten sind diejenigen Concentrationen der Aetherdämpfe, welche auf die Schleimhaut des Respirationstraktus irritierend einwirken. Durch Mischung stark ätherdampfhaltiger

Luft, hergestellt mittelst Durchsaugen von Luft durch ein mit Aether beschicktes Geissler'sches Kaliapparätchen, mit wechselnden Mengen gewöhnlicher Luft, wurden in einem Gummibeutel verschiedenerlei Concentrationen hergestellt. Die Art und Weise dieser Herstellung war so, dass aus zwei Glasballons, deren einer mit der stark ätherdampfhaltigen, der andere mit gewöhnlicher Luft getüllt war, durch Eingiessen von Wassermengen, welche in einem bestimmten Verhältniss standen, in den 2 Liter fassenden Gummibeutel ein Gasgemenge des gleichen Verhältnisses von Luft und Aetherdämpfen eingetrieben wurde. Von jeder solchen Mischung nahmen sofort 2—3 Personen tiefe Probeatemzüge durch ein den Stöpsel des Gummibeutels durchbohrendes Glasrohr, worauf sie ihr Urteil über die Empfindung im Kehlkopf, d. h. ob „erträglich" oder „reizend zum Husten" oder ob „irrespirabel" abgaben. Alsdann wurde unmittelbar darauf eine Probe zur Analyse abgesaugt und deren Aetherdampfgehalt bestimmt. Im ganzen wurden 18 derartige Versuche angestellt:

No.	Aetherdampf %	Urteil
1	6,4	Bei 2 Personen mässig, bei der 3. schwach zum Husten reizend
2	8,8	Alle 3 „irrespirabel"
3	9,0	„ „ „ Zusammenziehen der Glottis
4	7,2	Reizt zum Husten; kann nicht öfter geathmet werden
5	8,6	„irrespirabel"
6	6,4	mässig reizend, bei 2 Personen erträglich
7	7,4	Reiz zum Husten
8	7,0	Reizend

No.	Aetherdampf %	Urteil
9	3,8	gut erträglich; leicht zu atmen
10	4,8	erträglich
11	3,6	ohne Belästigung
12	2,6	keinerlei Belästigung
13	4,4	gut erträglich
14	5,2	gut respirabel
15	5,4	„ „
16	5,8	nur wenig empfindlich
17	6,2	keine erhebl. Belästigg., mässig reizend
18	6,4	mässig reizend; mehrfach geatmet bald unbequem.

Hiernach wäre im wachen Zustande 7 vol % Aetherdampf wohl als die zur Einleitung der Narkose zulässige obere Grenze anzusehen, da in dieser Concentration der Aetherdampf schon Hustenreiz zu machen beginnt. Die reflektorische Abwehrbewegung des Hustens ist ein nicht misszuverstehendes Zeichen des Organismus, dass das dampfförmige Anästheticum in allzuhoher Concentration in die Lunge gelangt ist, sodass es dort als lokale Schädlichkeit wirkt; wenn nun der Patient zunächst durch das „Einschleichen“ mit geringer Aetherdampfconcentration soweit betäubt ist, dass er nicht mehr mit Reflexbewegungen reagiert, so leistet dieser Zustand der Wirkung der concentrierten Dämpfe auf das Lungengewebe gerade Vorschub; denn während im wachen Zustand durch reflectorischen Glottisverschluss dafür gesorgt ist, dass keine „irrespirabelen“ Gase und Dämpfe in die feinsten Luftwege eindringen und dort Schaden anrichten, sollte beim Narkotisierten gerade der Arzt von der Lunge des Patienten Schädlichkeiten abhalten. Verstärkt man dagegen durch Schütteln des

Aethers in dem Gummibeutel der Maske die Concentration der Aetherdämpfe ad maximum um schnell eine volle Narkose zu erzielen, so dürften es die Patienten wohl nur dem Umstande, dass diese gefährlichen Concentrationen hoffentlich nicht allzulange einwirken und unterhalten werden, zu danken haben, dass sie gewöhnlich mit leichtern Bronchialreizungen davonkommen.

Eine rasche Verdampfung des Aethers ist auch durch die höhere Temperatur in der Maske gefördert. Unter den hiesigen Operateuren benutzt keiner mehr die Wanscher'sche Maske zur Aethernarkose, sodass an Patienten weder die Höhe der Temperatur unter der Maske, noch der Aetherdampfgehalt bestimmt werden konnte. Um ersteres zu eruieren, atmete ich $^1/_2$, 1 und 2 Minuten lang unter der Wanscher'schen Maske, nachdem ich zuvor einen in Zehntel Grade geteilten Thermometer so zwischen Nasenwinkel und Maskenrand eingeschoben hatte, dass er tief in den Raum der Maske eintauchte. Die so abgelesenen Zahlen ergaben;

Zeit d. Atmens	C.	Zeit d. Atmens	C.
1 Minute	31,9	2 Minuten	30,6
1 „	29,6	2 „	31,6
1 „	30,6	2 „	31,0
1 „	30,2	2 „	31,0
1 „	32,0	$^1/_2$ „	26,0
1 „	32,5	1 „	29,8
2 „	33,0	$1^1/_2$ „	30,4
2 „	29,0	2 „	31,0

Man ersieht daraus, dass die Maskentemperatur nach 1 Minute oft schon 31° C. beträgt. Um nun bei diesen Temperaturen den Aetherdampfgehalt zu bestimmen, wurde eine künstliche Atmung mit der Maske vorgenommen, die in der Art bewerkstelligt wurde, dass

eine oben mit Tubus versehene Glasglocke in geeignet-temperiertem Wasser auf- und abgehend eine Luftmenge von 500 ccm., der mittleren Grösse des Atemzuges eines Erwachsenen, bei Temperaturen von 20—31° C hin- und hertrieb durch ein mittelst Gummidichtung mit dem freien Rande der Maske verbundenes Glasrohr; aus einem T-Ansatze wurde die Luft zur Gasanalyse genommen. Die hierbei erhaltenen Zahlenwerte schwankten in sehr weiten Grenzen, je nachdem das Absaugen am Ende der Expiration ohne Schütteln des in den Binnenraum der Maske gegossenen Aethers oder unter Schütteln am Ende einer Inspiration erfolgte. Ich füge hier als Beleg an eine tabellarische Uebersicht der in der Wanscher'schen Maske beobachteten Aetherdampfmengen:

No.	Tem.	Vol.% Aetherd.	Bemerkungen
1	31,5	34,0	kräftig geschüttelt
2	19,2	6,2	ohne Schütteln
3	20,4	6,6	„ „
4	19,5	6,4	„ „
5	19,8	6,8	„ „
6	19,8	7,0	„ „
7	20,4	28,6	tüchtig geschüttelt
8	20,8	29,4	geschüttelt
9	20,7	23,2	mässig geschüttelt
10	21,4	31,2	reichlich Aether eingegossen; mässig geschüttelt
11	21,8	27,8	mässig geschüttelt
12	21,4	28,4	mässig geschüttelt
13	31,0	14,8	ohne Schütteln
14	31,0	15,7	„ „
15	26,0	7,4	„ „

No.	Temp.	Vol.% Aetherd.	Bemerkungen
16	26,5	22,8	geschüttelt
17	22,5	4,0	ohne Schütteln am Ende d. Exspiration
18	23,7	11,6	mässig gesch., Ende der Inspiration
19	22,5	8,6	ohne Schütteln, Ende der Exspiration
20	22,3	18,4	geschüttelt am Ende der Inspiration abgesaugt.

Man ersieht hieraus, wie ausserordentlich verschieden die Aetherdampfmengen sind, mit welchen man in der Wanscher'schen Maske zu thun bekommt; dem Minimum von 4 % stehen Maxima von 34 und 31 % gegenüber, die also mehr als das Vierfache der eben nicht mehr erträglichen Grenze von 7 % betragen. Irgend eine Möglichkeit die Menge des Aetherdampfes zu bestimmen und für den Patienten zu regulieren ist ausser der Analyse nicht gegeben.

Die vorstehenden Experimente und Untersuchungen bei dem Gebrauch der Wanscher'schen Maske ergeben, dass dieselbe eigentlich jede Minute frisch gelüftet werden müsste, damit die Patienten keine Luft zu atmen gezwungen sind, die im wachen Zustande sicherlich eine ziemlich starke Dyspnoe hervorrufen würde. Höchstens für die kurzdauernden Bromäthylnarkosen könnte die Wanscher'sche Maske mit noch leidlicher Sicherheit angewandt werden, jedoch kommt es auch hierbei, besonders beim Sträuben der Patienten, leicht zu Werten für den Sauerstoff, die bereits unter dem halben Partiardruck desselben in der Atmosphäre gesunken sind.

Dass aber auch für die kurzdauernde Bromäthylnarkose die Julliard'sche Maske immer noch bessere Resultate ergibt als die Wanscher'sche, zeigen die in

den „Beiträge zur klinischen Chirurgie“ Bd. X. S. 421 von Herrn Dr. Dreser publicirten und an dem Tübinger poliklinischen Material des Herrn Prof. Garrè erhaltenen Zahlen, die sich auf die Julliard'sche Maske ohne umgelegtes Handtuch beziehen. Zum Vergleiche mögen sich hier folgen:

C_2H_5Br.	CO_2	O_2	N_2	Bemerkungen
6,2%	1,0%	17,8%	75,0	Kind, 8 gr. C_2H_5Br. auf einmal in d. Maske gegossen
6,6	1,6	16,8	75,0	15 ccm. aufgegossen, nach 2 Minuten auf der Höhe der Narkose abgesaugt
3,4	1,2	17,6	77,8	15 ccm Patient atmet flach, gegen Ende der Operation abgesaugt
5,9	1,1	17,2	75,8	Kind 10 ccm aufgegossen, atmet kräftig
6,0	1,2	17,0	75,8	15 ccm Patient atmet tief
4,8	1,3	17,6	76,3	15 ccm gut anästhesiert.

Aber auch abgesehen von der lokal irritierenden Wirkung des Aetherdampfes auf die Schleimhaut der Respirationsorgane, ist es noch von einem andern Gesichtspunkte aus wichtig, dass unnötig hohe Concentrationen der Aetherdämpfe nicht allzulange einwirken; wie P. Bert nämlich für das Chloroform wenigstens in Tierversuchen nachgewiesen hat, genügen auch Concentrationen desselben, welche Unempfindlichkeit nicht einmal im Stande waren hervorzurufen, dennoch bei genügender langer Einwirkung, um die Tiere zu töten. Die Zeitdauer bis zum Eintritt des Todes stand in umgekehrten Verhältnis zu dem Gehalt der Luft an Chloroformdampf. P. Bert nennt diese Mischungen von Luft mit bekannten Menge Chloroform: „Mélanges titrés“,

titrierte Gemische. Sie wurde in der Weise hergestellt dass von bekannten Mengen Chloroform der mittelst Durchtreiben von Luft verdunstete Anteil durch Wägung des Chloroformgefässes bestimmt wurde; durch Vermischung dieser stärker chloroformhaltigen Luft mit berechneten Mengen reiner Luft stellte sich P. Bert seine „mélanges titrés“ her. So bezeichnet z. B. ein mélange titré 4 p. 100, dass 4,0 g. flüssiges Chloroform mit 100 Ltr. Luft in Dampfform gemischt sind.

Mit Hilfe dieser titrierten Gemische hat P. Bert methodisch deren Wirkungen an Tierexperimenten studiert. Eine übersichtliche Zusammenstellung der Resultate erlaube ich mir nach Dastre's Monographie: „Les Anesthésiques, Paris 1890 S. 106“ zu reproducieren: „Die Einwirkung dieser Gemische zieht stets den Tod des Tieres nach sich, wenn sie genügend lange dauert.“

I. Eine Mischung von 4,0 g Chloroform auf 100 Liter Luft ruft keine Gefühllosigkeit hervor: das Tier stirbt nach 9—10 Stunden unter Herabsetzung seiner Körpertemperatur.

II. Eine Mischung von 6,0 g Chloroform auf 100 Ltr. Luft verringert nur die Empfindlichkeit und führt den Tod in 6—7 Stunden herbei.

III. Eine Mischung von 8,0 g Chloroform auf 100 Ltr. Luft bringt langsame Anästhesie zu Stande und tötet in 4 Stunden.

IV. Eine Mischung von 10 p. 100 anaesthesiert in einigen Minuten und tötet in 2—3 Stunden.

V. Mischungen von höherer Concentration narkotisieren sehr schnell; bei 12 p. 100 hält es das Tier bis 2 Stunden aus, bei 15 p. 100 40 Minuten, bei 20 p. 100 $^1/_2$ Stunde, bei 30 p. 100 sofortige Unempfindlichkeit und Tod in 3 Minuten.“

Wenn auch bis jezt für den Aether die analogen Tierexperimente noch fehlen, so ist es doch im höchsten Grade wahrscheinlich, dass ganz ähnliche Beziehungen zwischen Aetherdampfgehalt der geatmeten Luft und der Zeitdauer bis zum Eintritt des Todes bestehen. Die Versuchsreihen P. Bert's zeigen deutlich, dass man im Interesse des Patienten die längere Anwendung solcher Dampf-Luftgemische, die stärker sind als gerade ausreicht, wenn irgend möglich vermeiden soll; denn man kann nicht wissen, ob der Organismus eines vielleicht durch vorhergegangene Krankheiten geschwächten Patienten gegen die Wirkungen der narkotisierenden Dämpfe auf die Stoffwechsel und Ernährungsvorgänge ebenso widerstandsfähig anzusehen ist, wie die Versuchstiere P. Bert's, die in vollständiger Gesundheit zum Versuche verwendet wurden. Möglich wäre ja sogar das Gegenteil; denn wie bereits früher in Abschnitt E. bemerkt, besitzen nach Cl. Bernard's Versuchen bereits geschwächte Individuen, z. B. gegenüber der Sauerstoffverarmung der Luft eine grössere Widerstandsfähigkeit als frische, noch ganz gesunde.

G. Beobachtungen an der Julliard'schen mit nassem Handtuch umhüllten Maske.

Der von den Anhängern der Wanscher'schen Maske gegen die Julliard'sche mit dem Handtuch umhüllte Maske erhobene Vorwurf des luftdichten Abschlusses uud behinderten Luftwechsels ist, wie die Versuche zeigen, die am ruhig Sitzenden ohne Narkotikum natürlich präciser angestellt werden konnten, vielmehr im vollen Umfange gerade der Wanscher'schen Maske zur Last zu legen. Dass der Patient unter der Julliard'schen Maske selbst eine ganz ansehn-

liche Ventilation bewirkt, wurde bereits früher von Herrn Dr. Dreser aus den Temperaturen unter der Julliard'schen Maske erwiesen, die höchstens 30° C. betrugen. Die damals gefundenen Zahlen waren:

Zeit in Minuten	Temperatur unter der Maske.
11	29° C.
3	28
2	30
1	29
1	28,5

Da Einatmungsluft von 20° C. bei der Ausatmung auf 35° erwärmt wieder ausgeschieden wird, die Temperatur in dem Binnenraum der Maske 30° C. aber nicht überstieg, so spricht diese einfache Temperaturmessung gegen Sauerstoffverarmung und gegen Anhäufung von Kohlensäure infolge ungenügenden Luftwechsels. Nach dem Thermometer zu urteilen erscheint die Ventilation noch ungünstiger als sie wirklich ist. Wegen der Wärmestrahlung der Haut zeigt das Thermometer eine höhere Temperatur, wie wenn diese lediglich durch einfache Mischung von Ein- und Ausatmungsluft bedingt wäre. Zum Ueberfluss wurde neuerdings noch direkt der Binnenraum der Julliard'schen mit einem nassen Handtuch umhüllten Maske mit einem empfindlichen Wassermanometer, verbunden, wobei unter dem Einfluss der Respiration eben nur eine schwache Bewegung an den Menisken des Wassermanometers, aber keine ablesbare Verschiebung wahrzunehmen war, als Beweis dafür, dass beim Atmen die Luft unter den das Gesicht nur locker umschliessenden Rändern der Julliard'schen Maske ohne irgend erheblichen Widerstand hin und her passiert.

Die Lebhaftigkeit des Luftwechsels unter der

Maske hängt vor allem ab von dem Verhältnis, in welchem die Grösse des einzelnen gewöhnlichen Atemzuges zu der Grösse desjenigen Luftraumes steht, welchen das in die Maske hineinragende Gesicht des Patienten noch übrig lässt. Den gewöhnlichen Atemzug eines Erwachsenen nehmen die Lehrbücher der Physiologie zu 500 ccm an („Wechsel- oder Respirationsluft"). Die Grösse des noch lufthaltigen Binnenraums unter der aufgelegten Maske wurde auf folgende Weise bestimmt: Zunächst wurde durch Ausgiessen mit Wasser die Kapacität der Maske = 1400 ccm gemessen. Um das Volumen der von der Maske umschlossenen Kopfpartie zu erfahren, wurde einer beliebigen Person die Maske aufgelegt und deren unterer Rand auf der Haut mit einem Buntstift markirt; alsdann tauchte die Person ihr Gesicht in ein streichvoll mit Wasser gefülltes Gefäss bis zur aufgezeichneten Marke ein; das verdrängte in einem Untersatz aufgefangene Wasser ergab das zu messende Gesichtsvolum = 780 ccm; demnach betrug der noch lufthaltige Binnenraum unter der Maske = 1400—780 = 620 ccm. Durch jede Inspiration von 500 ccm werden demnach 80% der Maskenluft durch neue von aussen zutretende ersetzt, welche sich dann wieder mit der Exspirationsluft mischt und deren Kohlensäuregehalt verdünnt. Das Verhältnis zwischen dem Luftraum der Maske und einem mittleren Atemzug wird aber dann zu einer schlechten Ventilation unter der Maske führen, wenn der Patient durch Hindernisse in den Atemwegen (Anhäufung von Bronchialsekret, Zurücksinken der Zunge) weniger als 500 ccm Luft mit jedem Atemzuge schöpfen kann; dann ist die Gefahr einer Sauerstoffverarmung der Atemluft allerdings bedeutend näher gerückt. Für den gewöhnlichen Verlauf einer Narkose gibt aber das

mitgeteilte Verhältniss zwischen Binnenraum (620 ccm) und Atemvolum (500 ccm) zur Befürchtung asphyktischer Symptome keinen Anlass.

Folgende an einem ziemlich geräumigen Modell der Julliard'schen Maske angestellten Versuche, welche in der hiesigen chirurgischen Klinik bei Gelegenheit von Operationen gemacht wurden, zeigen ausserdem den Einfluss der Umhüllung mit einem nassen Handtuche:

No.	Aether-Dampf	CO_2	O_2	Bemerkungen
1	13,8	1,8	14,0	Osteotomie bei genu valgum
2	9 6	1,6	15,8	Ectropium
3	7,3	1,9	16,4	Drüsenexstirpation
4	3,6	2,4	17,2	„
5	16,4	1,8	13,4	„
6	8,8	2,2	15,7	ulcus cruris, Transplantation
7	6,8	2,5	14,5	Amputatio phalang.digiti medii
8	10,6	1,8	15,4	Resectio genu
9	2,4	2,2	16,4	seit 25 Min. n. mehr aufgegossen nach längerem Liegenlassen
10	13,6	1,7	14,9	10 Min. nach dem Aufgiessen
11	6,6	1,4	17,0	5 „ „ „ „
12	7,3	1,9	16,2	1 „ „ „ „
13	9,4	1,6	14,0	ulcus cruris
14	4,9	2,3	16,8	„ 5 Min. nach Aufgiessen
15	14,4	2,2	11,2	Auskratzung einer tuberkul. Phalanx.

Die Umhüllung mit einem nassen Handtuch bewirkt offenbar einen viel erheblichern Gehalt der Binnenluft an Aether, im Maximum 16,4%, jedoch sinkt dieser direkt nach dem Aufgiessen hohe Procentgehalt wohl ziemlich bald; meist war aber der Aetherdampfgehalt kurz nach dem Aufgiessen noch über 7%, also für einen

bei Bewustsein Befindlichen sicher zu gross. Die Narkose trat allerdings rascher ein. Aber auch nach langem Liegen der Julliard'schen Maske gaben trotz des nassen Handtuches die Zahlen für den Sauerstoff viel weniger zu Bedenken Anlass, als die binnen einer Minute bei den Bromäthylnarkosen mit der Wanscher'schen Maske gefundenen, die sich natürlich bei weiterm Liegenlassen rapide verschlimmert hätten.

Die in den letzten 15 Versuchen bei Anwendnng des grösseren zudem noch mit nassem Handtuch umhüllten Modells der Julliard'schen Maske gefundenen etwas niedrigeren Sauerstoffwerte gegenüber den früher von Dr. Dreser (l. c.) in Tübingen an einem kleineren Modell beobachteten haben offenbar in der verschiedenen Grösse der Binnenräume der beiden Modelle ihre Ursache. Allerdings war die von dem freiem Rande umschlossene Gesichtspartie bei beiden Modellen gleich gross und betrug nach einer früheren Messung 780 ccm; von dem Binnenraum der früher benutzten Maske - 1400 ccm blieben also noch 620 ccm. übrig. Ein Atemzug von 500 ccm. sog daher 80% frische Luft unter die die Maske herein 500 : 620 80%.) Das zuletzt benutzte Modell hatte einen Binnenraum von 2100 ccm., das Gesicht des Patienten liess dann ungefähr übrig 2100 780 = 1320 ccm.; unter diesen Umständen kann natürlich ein Atemzug von 500 ccm. nur 37,8% der Maskenluft erneuern (500 : 1320 37,8%.) Das nasse, die Maske umgebende Handtuch wird, da seine Poren wohl weniger durchlässig sind, als im trockenen Zustand eher noch darauf hinwirken, den Binnenraum von 1320 ccm zu verstärken, wodurch allerdings der Aethergehalt und damit die Raschheit der anästesierenden Wirkung wesentlich erhöht werden.

H. Versuche mit dem neuesten Modell der Grossmann'schen Maske.

Durch das freundliche Entgegenkommen von Herrn Geheimrat Fritsch, welcher das neueste von Grossmann in der deutschen medicinischen Wochenschrift No. 21 S. 470 abgebildete Modell versuchsweise in seiner Klinik anwandte, bot sich Gelegenheit folgende Gasproben bei verschiedenen Operationen zu entnehmen:

Es muss voraus bemerkt werden, dass dieses neueste Modell wegen seiner fast kreisrunden Oeffnung, deren Rand in einer Ebene liegt, trotz des aufblähbaren Gummirandes zumal bei etwas magerer Gesichtsbildung unmöglich so präcise abzuschliessen vermag wie die früheren hierzu geeigneter geformten und mit aufblähbarem Gummiwulst versehenen Metallmundstücke. Durch diesen unpräcisen Schluss der neuesten Grossmann'schen Maske ist die Gefahr einer Sauerstoffverarmung allerdings wesentlich verringert, was auch im Interesse des Patienten sehr zu wünschen ist. Aber die Möglichkeit einer nur halbwegs zuverlässigen Mischung der Luft mit Aetherdampf ist immer nocht nicht ermöglicht. Die folgenden bis jetzt noch wenig zahlreichen Luft-Analysen aus dieser Maske, welche aber noch fortgesetzt werden sollen, zeigen, dass der Aethergehalt selbst bei mässigem Schütteln der Maske sehr leicht die früher als die Luftwege irritierend ermittelte Concentration übersteigt.

No.	Aether-dampf	CO_2	O_2	Bemerkungen
1	16,8 %	3,0 %	12,4 %	n. 2 Min., mässig geschüttelt
2	14,6	1,6	14,6	„ 4 „ zuletzt etwas gesch.
3	6,8	1,2	17,8	„ ½ „ ohne Schütteln
4	4,6	1,2	17,2	Maske liegt sehr locker auf

No.	Aether-dampf	CO_2	O_2	Bemerkungen
5	10,8	1,8	16,8	mässiges Schütteln des Aethers in der Maske.
6	12,4	0,9	14,4	mässig geschüttelt.

J. Ueber den Kohlensäuregehalt der Luft unter den Narkosemasken.

Bezüglich des Kohlensäuregehaltes wäre vom rein hygienischen Standpunkte allerdings zu wünschen, dass die geatmete Luft keinen höheren CO_2-Gehalt als 0,7 pro Mille hätte; ob jedoch die gefundenen CO_2-Prozente für das Individuum gefährlich werden könnten, diese Frage ist nur auf Grund der in der Litteratur niedergelegten physiologischen Versuche zu beantworten. Durch die Untersuchungen der Pflüger'schen Schule wissen wir aus G. Strassburg's Bestimmungen mittelst des Aërotonometers, dass die mittlere Kohlensäurespannung des venösen Herzblutes 5,4% einer Atmosphäre beträgt, diejenige des arteriellen Blutes beträgt 2,8%. Beim Atmen gewöhnlicher kohlensäurefreier Luft ist das Gefälle, mit dem die Kohlensäure aus dem venösen Blut der Arteria pulmonalis innerhalb der Lungencapillaren in den Lungenalveolarraum abströmen kann, ebenfalls 5,4% einer Atmosphäre. Wird dagegen eine Luft mit beispielsweise 1% Kohlensäure eingeatmet, so ist dadurch das Gefälle von 5,4 auf 4,4% reduciert, es wird also allerdings nur ein etwas langsameres Abfliessen der Kohlensäure aus dem Blute möglich sein. Wie die Erfahrung an Menschen gelehrt hat, kann man stundenlang Luft mit 1%Kohlensäure atmen (Pettenkofer) und intensive Arbeit leisten, wie sich beim Bau des Gotthardtunnels zeigte, ohne schädliche Folgezustände.

Ueberblicken wir die Kohlensäurewerte, welche bei den Bromäthylnarkosen (Abschnitt B.), selbst bei Anwendung der Wanscher'schen Maske vorkamen, so waren dieselben in der Regel nicht hoch genug, um eine vollständige Stauung der Kohlensäureausscheidung zu bedingen; denn nur einmal wurde der Wert von 5,4% überschritten, der sonstige Durchschnitt von 3% gewährleistete immer noch ein wenn auch langsameres Abströmen der Kohlensäure aus dem Blute der Arteria pulmonalis in die Lungenalveolenluft. Dagegen zeigte sich in den Versuchen ohne Narkoticum (Abschnitt C) oft schon nach $^1/_2$ Minute langem Atmen unter der Maske eine Kohlensäurespannung, die 5,4% häufig übertrifft, wobei also bereits eine Stauung der Kohlensäure im venösen Blut stattgefunden haben muss, die mindestens der Spannung entsprach, welche die betreffende Kohlensäurebestimmung der Atmungsluft ergeben hatte. Bei gleichzeitiger Arbeitsleistung (Abschnitt D) wurden sogar einmal nach einer Minute 8,9% Kohlensäure gefunden. Es macht den Eindruck, dass die Kohlensäureausscheidung unter der Einatmung der anästhesierenden Dämpfe gewöhnlich etwas vermindert ist gegenüber der Norm. Die niedrigsten Kohlensäurespannungen fanden sich unter allen Masken bei der Julliard'schen, zumal wenn diese ohne Umhüllung angewandt wurde, dann schwankte der Kohlensäuregehalt nur zwischen 1,7—1,2%. (Vergl. Beiträge zur klinischen Chirurgie Band X, S. 416.)

Die von einigen Autoren gehegte Vermutung, dass die Aethernarkose mittelst der Julliard'schen Maske eigentlich eine unfreiwillig gemischte Narkose infolge der gleichzeitigen Kohlensäureanhäufung sei, erweist sich bei näherer Ueberlegung auf Grund der bereits im

Jahre 1858 unter C. Ludwigs Leitung von W. Müller[1]) ausgeführten Arbeit als grundlos. Denn Müller's Versuche zeigen: „dass die Kohlensäure im Tierkörper in gehöriger Dosis die Wirkungen eines narkotischen Giftes entfaltet, welches bei einer Sättigung des Tieres akuten Tod zu erzeugen im Stande ist. Damit erstere Wirkungen deutlich zum Vorschein kommen, erscheint es nötig, dass ein Tier etwa den dritten Teil seines Volums an gasförmiger Kohlensäure aufnimmt, während die absolute Menge, welche es aufnehmen kann, bis es zu Grunde geht, etwas über die Hälfte von seinem Volum 0,567—0,584 beträgt."

Berechnet man nach diesen Daten die Zeit, deren der Organismus bedürfte, bis er diejenige CO_2-Menge produciert hat, die gleich einem Drittel seines Körpervolums ist: Veranschlagt man für den auf dem Operationstisch Ruhenden die CO_2-Produktion pro Kilo Körpergewicht und pro Minute mit dem gewiss nicht zu niedrigen Wert von 5 ccm CO_2, so müsste er pro Kilo d. i. pro 1000 ccm, bereits 333 ccm CO_2 produciert und in sich zurückbehalten haben, damit deutlich die narkotische Wirkung zum Vorschein käme; die hierzu erforderliche Zeit betrüge $^{333}/_{5}$ = 66 Minuten. Für die kurze Zeit, innerhalb welcher bei der Aetherisierung die Narkose schon erfolgt, kann es unmöglich zu einer CO_2-Anhäufung von Belang kommen, zumal der grösste Teil der producierten Kohlensäure exhaliert wird, wie aus dem Verhältnis zwischen CO_2-Gehalt der Maskenluft und dem verschwundenen O_2-Volumen geschlossen werden muss.

Die Kohlensäurespannung muss in der eingeatmeten

[1]) Beiträge zur Theorie der Respiration. Sitzungsbericht der Wiener Akademie 1858, XXXIII. Bd. S. 99.

Luft nach den bekannten Versuchen von C. Friedländer und Herter[1]) immerhin 25% einer Atmosphäre betragen, damit ein Stadium der Narkose eintritt, welches aber chirurgisch noch nicht brauchbar ist; denn wenn auch die Tiere auf der Seite oder selbst auf dem Rücken liegen bleiben, ohne andere Bewegungen als die Atembewegungen auszuführen, so reagieren sie doch noch auf Anschlagen an die Glasglocke, unter der sie sich befinden, nur durch schwaches Erheben des Kopfes. Aber selbst bei 25% CO_2 dauert es 1—2 Stunden, bis dieses unvollständige Stadium der Narcose eintritt. Bei höherem tritt es allerdings viel rascher ein. Alle Kohlensäurewerte, die je in der Maskenluft vorkamen, sind nach dem Vorstehenden zur Erzeugung einer Narkose viel zu niedrig.

Auf das Atemcentrum können die in der Maskenluft gefundenen CO_2-Mengen nur anregend aber nicht lähmend wirken; denn nach den Ausführungen Miescher's[2]) erregt schon ein mässiger Partiardruck von Kohlensäure, der sogar geringer als in normaler menschlicher Exspirationsluft sein kann, merklich verstärkte Atmung, 10—12% CO_2 machen schon lebhafte Dyspnoe mit tiefer Einatmung und aktiver Exspiration. Als lähmendes oder narkotisches Gift können wir daher die Kohlensäure in den prozentigen Mengen, wie sie in der Maskenluft gefunden wurden, nach all' dem, was die experimentelle Physiologie über die Wirkungen der

[1]) Ueber die Wirkung der Kohlensäure auf den tierischen Organismus von C. Friedländer und E. Herter. Zeitschrift für physiolog. Chemie. II. 99.

[2]) Bemerkungen zur Lehre von den Atembewegungen. Archiv für Anat. u. Physiol. Physiol. Abt 1885. S. 368.

Kohlensäure auf den Organismus festgestellt hat, unmöglich ansehen.

Die vergleichende Betrachtung der Analysenresultate der Luft unter den verschiedenen Arten von Narkosenmasken ergibt somit, dass unter den gegenwärtig üblichen Aetherisierungsverfahren das Julliard'sche ohne Umlegung eines Tuches immer noch die günstigsten Resultate liefert. Das als wünschenswerth zu erstrebende Ziel wäre allerdings die Aetherisierung mit titrirten Aetherdampf-Luft-Gemischen (mélanges titrés im Sinne P. Bert's), deren Gehalt regulierbar und konstant erhalten werden könnte. Denn ähnlich wie die innere Medizin durch die Einhaltung der „grössten Einzelgaben" innerlich zu nehmender Arzneimittel den Kranken vor Schaden zu bewahren sucht, ebenso sollte bei der Einatmung der flüchtigen Betäubungsmittel ein bestimmter Prozentgehalt nicht überschritten werden.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Med.-Rath Prof. Dr. Binz für die freundliche Ueberlassung der Institutsmittel, sowie Herrn Privatdozenten Dr. Dreser für die überaus liebenswürdige Förderung mit Rath und That meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

VITA.

Geboren wurde ich, Josef Stöck, kath. Confession, Sohn des Bergwerksdirektors Heinrich Stöck und seiner Gattin Anna geb. Thouvenin, zu Hinsbeck am 8. Dec. 1869. Meine wissenschaftliche Vorbildung erhielt ich auf den Gymnasien zu Trier und Kempen, welch' letzteres ich Herbst 1890 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Hierauf begab ich mich zunächst zur Universität Würzburg, und besuchte dann die Universitäten München, Kiel, Berlin und Bonn.

Der ärztlichen Vorprüfung unterzog ich mich S.-S. 1892 bei der medicinischen Facultät zu Kiel; dem Examen rigorosum am 20. Juli 1894 zu Bonn.

Meine Lehrer waren die Herren Professoren und Docenten:

In Würzburg: Bonnet, Dr. Decker, Fischer, von Kölliker

In München: von Bayer, Rüdinger.

In Kiel: Brandt, Curtius, Flemming, Hensen, Graf v. Spee.

In Berlin: v. Bergmann, v. Noorden, Virchow, Dr. Winter.

In Bonn: Binz, Bohland, Doutrelepont, Fritsch, Koester, Krukenberg, Pelman, Sämisch, Schultze, Trendelenburg, Ungar.

Allen diesen meinen hochverehrten Lehrern bezeuge ich meinen herzlichsten Dank.